

الباب الثاني التحليل الكيميائي

Chemical Analysis

التحليل الكيميائي

يعتبر التحليل الكيميائي أحد فروع علم الكيمياء الهامة الذي ساهم بدور كبير في تقدم هذا العلم، كما لعب دوراً كبيراً في تطور المجالات العلمية المختلفة مثل الطب، والزراعة والصناعات الغذائية والبيئية ... وغيرها.

دور التحليل الكيميائي في تطوير المجالات العلمية المختلفة :

① تسهيل مهمة الطبيب في تشخيص الأمراض والعلاج. مثل : تقدير نسب السكر والزلال والبولينا والكوليسترول ... وغيرها. ② تقدير كمية المكونات الفعالة في الدواء.	الطب
① تحسين خواص التربة - المحاصيل - من حيث الحموضة والقاعدية ونوع ونسب العناصر الموجودة بها. ② معالجة التربة بإضافة الأسمدة المناسبة.	الزراعة
يستخدم التحليل الكيميائي للخامات والمنتجات في الصناعات لتحديد مدى مطابقتها للمواصفات القياسية.	الصناعة
① معرفة وقياس محتوى المياه والأغذية من الملوثات البيئية الضارة. ② معرفة نسب غازات أول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين في الجو.	الخدمة البيئية
لو أن لديك عينة من مادة ما يراد تحليلها كيميائياً فيجب التعرف على نوع العناصر المكونة لها ونسب كل عنصر وكيف تترايط هذه العناصر مع بعضها إلى أن تصل إلى الصيغة الجزيئية للمادة، أو لمجموعة المركبات المكونة للمادة إن كانت مخلوطاً.	ملحوظة :

أنواع التحليل الكيميائي :

التحليل الكمي Quantitative Analysis	التحليل الكيفي (الوصفي أو النوعي) Qualitative Analysis
يهدف إلى تقدير نسبة كل مكون من المكونات الأساسية للمادة.	يهدف إلى التعرف على مكونات المادة سواء كانت نقية (ملحاً بسيطاً) أو مخلوطاً من عدة مواد.

لا بد من إجراء عمليات التحليل الكيفي أولاً قبل التحليل الكمي ... علاه ؟
للتعرف على مكونات المادة حتى يمكن اختيار أنسب الطرق لتحليلها كميّاً.

Qualitative Analysis

أولاً : التحليل الوصفي (الكيفي أو النوعي)

الهدف منه :

التعرف على مكونات المادة سواء كانت مادة نقية (ملحاً بسيطاً) أو مخلوطاً من عدة مواد، فإذا كانت المادة :
① **نقية** : يمكن التعرف عليها من ثوابتها الفيزيائية مثل : درجة الانصهار ودرجة الغليان والكتلة المولية .. إلخ
② **مخلوطاً** : يجب أولاً إجراء فصل المواد النقية كُلاً على حدة ثم نكشف عنها بالطرق الكيميائية باستخدام الكواشف المناسبة.

وعلى ذلك فـ التحليل الكيميائي الوصفي : عبارة عن سلسلة من التفاعلات المختارة المناسبة تجرى للكشف عن نوع المكونات الأساسية لمادة على أساس التغيرات الحادثة في هذه التفاعلات.

ويضم التحليل الكيميائي الوصفي فرعين :

تحليل المركبات غير العضوية	تحليل المركبات العضوية
تحليل يتم فيه التعرف على الأيونات التي يتكون منها المركب غير العضوي، ويشمل الكشف عن الكاتيونات (الشق القاعدي) والأيونات (الشق الحامضي)	تحليل يتم فيه الكشف عن العناصر والمجموعات الوظيفية الموجودة بغرض التعرف على المركب.

سنكتفي في دراسة التحليل الوصفي على الكشف عن الكاتيونات والأيونات في المركبات غير العضوية.

(أ) الكشف عن الأنيونات (الشق الحامضي)

نتيجة اختلاف الأحماض في درجات غليانها فإنها تختلف في درجة ثباتها (تطايرها) فكلما ارتفعت درجة غليان حمض بالنسبة للآخر كلما ارتفعت درجة ثباته ويكون أقل تطايراً والعكس صحيح.

الأساس العلمي للكشف عن الشق الحامضي للمح هو :

الأحماض الأكثر ثباتاً (الأقل تطايراً أو انحلالاً) تحل محل الأحماض الأقل ثباتاً (الأكثر تطايراً أو انحلالاً) في أملاحها.

حمض أكثر ثباتاً + ملح حمض أقل ثباتاً ← ملح الحمض الأكثر ثباتاً + الحمض الأقل ثباتاً

ملحوظة :	الحمض الأقل ثباتاً الناتج يظهر في صورة غازات يمكن التعرف عليها بالكاشف المناسب ويفضل التسخين الهين الذي يساعد على طرد الغازات.
----------	--

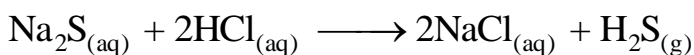
معلومات إثرائية هامة :

ويمكن تقسيم الأحماض تبعاً لثباتها إلى ثلاثة مجموعات :

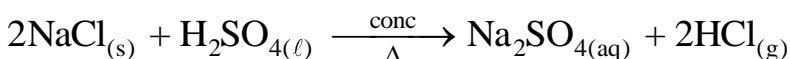
① أحماض غير ثابتة	② أحماض متوسطة الثبات	③ أحماض ثابتة
H ₂ CO ₃ الكربونيك	HCl الهيدروكلوريك	H ₂ SO ₄ الكبريتيك
H ₂ SO ₃ الكبريتوز	HBr الهيدروبروميك	H ₃ PO ₄ الفوسفوريك
H ₂ S الهيدروكبريتيك	HI الهيدروبيديك	
H ₂ S ₂ O ₃ الثيوكبريتيك	HNO ₃ النيتريك	
HNO ₂ النيتروز		

ملحوظة هامة في الجدول السابق :

① يمكن لحمض من أحماض المجموعة الثانية أن يطرد حمضاً من المجموعة الأولى من أملاحه.



② كما أنه يمكن لحمض من المجموعة الثالثة أن يطرد حمضاً من المجموعة الأولى أو الثانية من أملاحه.



يمكن تقسيم الأنيونات إلى ثلاثة مجموعات لكل منها كاشف معين وهذه المجموعات هي :

(١) مجموعة أنيونات حمض الهيدروكلوريك المخفف HCl (dil)

(٢) مجموعة أنيونات حمض الكبريتيك المركز H₂SO₄ (conc)

(٣) مجموعة أنيونات محلول كلوريد الباريوم. BaCl_{2(aq)}

أولاً مجموعة أنيونات حمض الهيدروكلوريك المخفف HCl (dil) :

والجدول التالي يوضح مجموعة أنيونات حمض الهيدروكلوريك المخفف والحمض المشتق منها الأنيون

الأنيون	الكربونات	البكربونات	الكبريتيت	الكبريتيد	الثيوكبريتات	النيتريت
	CO_3^{2-}	HCO_3^-	SO_3^{2-}	S^{2-}	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	NO_2^-
الحمض المشتق منه	الكربونيك H_2CO_3		الكبريتوز H_2SO_3	الهيدروكبريتيك H_2S	الثيوكبريتيك $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$	النيتروز HNO_2

الأساس العلمي لهذا الكشف :

- ① حمض الهيدروكلوريك أكثر ثباتاً من الأحماض التي أشتقت منها هذه الأنيونات.
 ② عند تفاعل حمض الهيدروكلوريك مع أملاح هذه الأنيونات يطرد هذه الأحماض الأقل ثباتاً – سهولة التطاير أو الانحلال – يمكن التعرف عليها بالكاشف المناسب ويفضل التسخين الهين ... **علاه ؟**

لأنه يساعد على طرد الغازات.

يوضح الجدول التالي النواتج الغازية الناتجة من فعل حمض HCl المخفف على هذه الأنيونات والكشف عنها.

التجربة الأساسية : الملح الصلب + حمض الهيدروكلوريك المخفف

الأنيون ورمزه	الغاز الناتج والكشف عنه في التجربة الأساسية	تجارب تأكيدية للأنيون
الكربونات CO_3^{2-}	يحدث فوران ويتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يُعكّر ماء الجير الراق $\text{Na}_2\text{CO}_{3(s)} + 2\text{HCl}_{(aq)} \longrightarrow 2\text{NaCl}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{CO}_{2(g)}$ يمرر الغاز لفترة قصيرة short time ... علاه ؟ حتى لا تتحول كربونات الكالسيوم إلى بيكربونات الكالسيوم التي تذوب في الماء فيختفي الراسب. $\text{CO}_{2(g)} + \text{Ca}(\text{OH})_{2(aq)} \xrightarrow{\text{ST}} \text{CaCO}_{3(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$	محلول الملح + محلول كبريتات الماغنسيوم ← يتكون راسب أبيض على البارد يذوب في حمض الهيدروكلوريك ... علاه ؟ $\text{Na}_2\text{CO}_{3(aq)} + \text{MgSO}_{4(aq)} \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_{4(aq)} + \text{MgCO}_{3(s)}$ $\text{MgCO}_{3(s)} + 2\text{HCl}_{(aq)} \longrightarrow \text{MgCl}_{2(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{CO}_{2(g)}$
ملحوظة :	جميع كربونات الفلزات لا تذوب في الماء، عدا كربونات الصوديوم والبوتاسيوم والأمونيوم، وتذوب جميعها في الأحماض.	
البكربونات HCO_3^-	يحدث فوران ويتصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يُعكّر ماء الجير الراق لفترة قصيرة. $\text{NaHCO}_{3(s)} + \text{HCl}_{(aq)} \longrightarrow \text{NaCl}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{CO}_{2(g)}$	محلول الملح + محلول كبريتات الماغنسيوم ← يتكون راسب أبيض بعد التسخين ... علاه ؟ $2\text{NaHCO}_{3(aq)} + \text{MgSO}_{4(aq)} \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_{4(aq)} + \text{Mg}(\text{HCO}_3)_{2(aq)}$ $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_{2(aq)} \xrightarrow{\Delta} \text{MgCO}_{3(s)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{CO}_{2(g)}$
ملحوظة :	جميع بيكربونات الفلزات تذوب في الماء	
الكبريتيت SO_3^{2-}	يتصاعد غاز ثاني أكسيد الكبريت ذي الرائحة النفاذة والذي يُخضر ورقة مبللة بمحلول ثاني كرومات البوتاسيوم المحمضة بـ حمض الكبريتيك المركز ... علاه ؟	محلول الملح + محلول نترات الفضة ← يتكون راسب أبيض يسود بالتسخين ... علاه ؟ $\text{Na}_2\text{SO}_{3(aq)} + 2\text{AgNO}_{3(aq)} \longrightarrow 2\text{NaNO}_{3(aq)} + \text{Ag}_2\text{SO}_{3(s)}$

	$\text{Na}_2\text{SO}_3(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \longrightarrow$ $2\text{NaCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{SO}_2(\text{g})$ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7(\text{aq}) + 3\text{SO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ \longrightarrow $\text{K}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$	
<p>محلول الملح + محلول نيترات الفضة ← يتكون راسب أسود ... علل ؟ لتكون كبريتيد الفضة.</p> $\text{Na}_2\text{S}(\text{aq}) + 2\text{AgNO}_3(\text{aq}) \longrightarrow$ $2\text{NaNO}_3(\text{aq}) + \text{Ag}_2\text{S}(\text{s})$	<p>يتصاعد غاز كبريتيد الهيدروجين ذي الرائحة الكريهة والذي يسود ورقة مبللة بمحلول أسيتات الرصاص (II) ... علل ؟</p> $\text{Na}_2\text{S}(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \longrightarrow$ $2\text{NaCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{S}(\text{g})$ $(\text{CH}_3\text{COOH})_2\text{Pb}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{S}(\text{g})$ $\longrightarrow 2\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) + \text{PbS}(\text{s})$	<p>الكبريتيد S^{2-}</p>
<p>محلول الملح + محلول اليود ← يزول لون اليود البني ... علل ؟</p> $2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{aq}) + \text{I}_2(\text{aq}) \longrightarrow$ $\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6(\text{aq}) + 2\text{NaI}(\text{aq})$ <p>رباعي ثيونات الصوديوم</p>	<p>يتصاعد غاز ثاني أكسيد الكبريت ويظهر راسب أصفر ... علل ؟ نتيجة لتعلق الكبريت في المحلول.</p> $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \longrightarrow$ $2\text{NaCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{SO}_2(\text{g}) + \text{S}(\text{s})$	<p>الثيوكبريتات $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$</p>
<p>محلول الملح + محلول برمنجنات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز ← يزول اللون البنفسجي للبرمنجنات ... علل ؟</p> $5\text{NaNO}_2(\text{aq}) + 2\text{KMnO}_4(\text{aq}) +$ $3\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \longrightarrow 5\text{NaNO}_3(\text{aq}) +$ $\text{K}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + 2\text{MnSO}_4(\text{aq}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	<p>يتصاعد غاز أكسيد النيتريك عديم اللون الذي يتحول عند فوهة الأنبوبة إلى اللون البني المحمر ... علل ؟</p> $\text{NaNO}_2(\text{s}) + \text{HCl}(\text{aq}) \longrightarrow$ $\text{NaCl}(\text{aq}) + \text{HNO}_2(\text{aq})$ $3\text{HNO}_2(\text{aq}) \longrightarrow$ $\text{HNO}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2\text{NO}(\text{g})$ $2\text{NO}(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \longrightarrow 2\text{NO}_2(\text{g})$	<p>النيتريت NO_2^-</p>

ثانياً مجموعة أنيونات حمض الكبريتيك المركز H_2SO_4 (conc) :

والجدول التالي يوضح مجموعة أنيونات حمض الكبريتيك المركز والحمض المشتق منها الأنيون

الأنيون	الكلوريد Cl^-	البروميد Br^-	اليوديد I^-	النيترات NO_3^-
الحمض المشتق منه	الهيدروكلوريك HCl	الهيدروبروميك HBr	الهيدرويودييك HI	النيتريك HNO_3

الأساس العلمي لهذا الكشف :

- ① حمض الكبريتيك المركز أكثر ثباتاً من الأحماض التي أشتقت منها هذه الأنيونات.
- ② عند تفاعل حمض الكبريتيك المركز مع أملاح هذه الأنيونات ثم التسخين نشاهد انفصال هذه الأحماض الأقل ثباتاً - سهولة التطاير أو الانحلال - في صورة غازية يمكن الكشف عنها بالكواشف المناسبة.

التجربة الأساسية : الملح الصلب + حمض الكبريتيك المركز ثم التسخين إذا لزم الأمر

الأيون ورمزه	الغاز الناتج والكشف عنه	تجارب تأكيدية للأيون
الكلوريد Cl^-	يتصاعد غاز كلوريد الهيدروجين عديم اللون والذي يكون سحباً بيضاء مع ساق زجاجية مبللة بمحلول النشادر ... علل ؟ $2\text{NaCl}_{(s)} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\ell)} \xrightarrow[\Delta]{\text{conc}} \text{Na}_2\text{SO}_{4(\text{aq})} + 2\text{HCl}_{(\text{g})}$ $\text{HCl}_{(\text{g})} + \text{NH}_{3(\text{g})} \longrightarrow \text{NH}_4\text{Cl}_{(s)}$	محلول الملح + محلول نترات الفضة ← يتكون راسب أبيض ... علل ؟ لتكون كلوريد الفضة بصير بنفسجياً عند تعرضه للضوء - يذوب في محلول النشادر المركز. $\text{NaCl}_{(\text{aq})} + \text{AgNO}_{3(\text{aq})} \longrightarrow \text{NaNO}_{3(\text{aq})} + \text{AgCl}_{(s)}$
البروميد Br^-	يتصاعد غاز بروميد الهيدروجين عديم اللون يتأكسد جزئياً بفعل حمض الكبريتيك وتنفصل أبخرة برتقالية حمراء ... علل ؟ لتكون البروم تسبب إصفرار ورقة مبللة بمحلول النشادر. $2\text{NaBr}_{(s)} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\ell)} \xrightarrow[\Delta]{\text{conc}} \text{Na}_2\text{SO}_{4(\text{aq})} + 2\text{HBr}_{(\text{g})}$ $2\text{HBr}_{(\text{g})} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\ell)} \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}_{(\ell)} + \text{SO}_{2(\text{g})} + \text{Br}_{2(\text{v})}$	محلول الملح + محلول نترات الفضة ← يتكون راسب أبيض مصفر ... علل ؟ لتكون بروميد الفضة يصير داكناً عند تعرضه للضوء - يذوب ببطء في محلول النشادر المركز. $\text{NaBr}_{(\text{aq})} + \text{AgNO}_{3(\text{aq})} \longrightarrow \text{NaNO}_{3(\text{aq})} + \text{AgBr}_{(s)}$
اليوديد I^-	يتصاعد غاز يوديد الهيدروجين عديم اللون يتأكسد جزء منه بسرعة بواسطة حمض الكبريتيك وتنفصل أبخرة اليود تظهر بلونها البنفسجي عند التسخين وتسبب زُرقة ورقة مبللة بمحلول النشادر. $2\text{KI}_{(s)} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\ell)} \xrightarrow[\Delta]{\text{conc}} \text{K}_2\text{SO}_{4(\text{aq})} + 2\text{HI}_{(\text{g})}$ $2\text{HI}_{(\text{g})} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\ell)} \longrightarrow 2\text{H}_2\text{O}_{(\ell)} + \text{SO}_{2(\text{g})} + \text{I}_{2(\text{v})}$	محلول الملح + محلول نترات الفضة ← يتكون راسب أصفر ... علل ؟ لتكون يوديد الفضة - لا يذوب في محلول النشادر. $\text{NaI}_{(\text{aq})} + \text{AgNO}_{3(\text{aq})} \longrightarrow \text{NaNO}_{3(\text{aq})} + \text{AgI}_{(s)}$
النترات NO_3^-	تتصاعد أبخرة بنية ... علل ؟ نتيجة لتحلل حمض النيتريك المنفصل إلى ثاني أكسيد النيتروجين وتزداد كثافة الأبخرة البنية عند إضافة قليل من خراطة النحاس ... علل ؟ $2\text{NaNO}_{3(s)} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\ell)} \xrightarrow[\Delta]{\text{conc}} \text{Na}_2\text{SO}_{4(\text{aq})} + 2\text{HNO}_{3(\ell)}$ $4\text{HNO}_{3(\ell)} \xrightarrow[\Delta]{\text{conc}} 2\text{H}_2\text{O}_{(\ell)} + 4\text{NO}_{2(\text{g})} + \text{O}_{2(\text{g})}$ $\text{Cu}_{(s)} + 4\text{HNO}_{3(\ell)} \xrightarrow[\Delta]{\text{conc}} \text{Cu}(\text{NO}_3)_{2(\text{aq})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\ell)} + 2\text{NO}_{2(\text{g})}$	اختبار الحلقة البنية : محلول ملح النترات + محلول حديث التحضير من كبريتات الحديد II + قطرات من حمض الكبريتيك المركز تضاف بحرص على السطح الداخلي لأنبوبة الاختبار فتتكون حلقة بنية عند السطح الفاصل بين الحمض ومحاليل التفاعل ... علل ؟ تزول بالرج أو التسخين ... علل ؟ $2\text{NaNO}_{3(\text{aq})} + 6\text{FeSO}_{4(\text{aq})} + 4\text{H}_2\text{SO}_{4(\ell)} \xrightarrow{\text{conc}} 3\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_{3(\text{aq})} + \text{Na}_2\text{SO}_{4(\text{aq})} + 4\text{H}_2\text{O}_{(\ell)} + 2\text{NO}_{(\text{g})}$ $\text{FeSO}_{4(\text{aq})} + \text{NO}_{(\text{g})} \longrightarrow \text{FeSO}_4 \cdot \text{NO}_{(s)}$ <p>مركب الحلقة البنية</p>

ثالثاً مجموعة أنيونات محلول كلوريد الباريوم $BaCl_{2(aq)}$:

والجدول التالي يوضح مجموعة أنيونات محلول كلوريد الباريوم والحمض المشتق منها الأنيون

الأنيون	الفوسفات PO_4^{3-}	الكبريتات SO_4^{2-}
الحمض المشتق منه	حمض الفوسفوريك H_3PO_4	حمض الكبريتيك H_2SO_4

الأساس العلمي لهذا الكشف :

أنيونات هذه المجموعة لا تتفاعل مع أيّاً من حمض HCl المخفف أو حمض H_2SO_4 المركز ولكن هذه الأنيونات تُعطي محاليل أملاحها راسب مع محلول كلوريد الباريوم $BaCl_2$

التجربة الأساسية : محلول الملح + محلول كلوريد الباريوم

الأنيون ورمزه	التجربة الأساسية	تجارب تأكيدية للأنيون
الفوسفات PO_4^{3-}	يتكون راسب أبيض ... علام ؟ لتكون فوسفات الباريوم الذي يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف. $2Na_3PO_{4(aq)} + 3BaCl_{2(aq)} \longrightarrow 6NaCl_{(aq)} + Ba_3(PO_4)_{2(s)}$	محلول الملح + محلول نترات الفضة ← يتكون راسب أصفر ... علام ؟ لتكون فوسفات الفضة الذي يذوب في كل من محلول النشادر وحمض النيتريك. $Na_3PO_{4(aq)} + 3AgNO_{3(aq)} \longrightarrow 3NaNO_{3(aq)} + Ag_3PO_{4(s)}$
الكبريتات SO_4^{2-}	يتكون راسب أبيض ... علام ؟ لتكون كبريتات الباريوم لا يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف. $Na_2SO_{4(aq)} + BaCl_{2(aq)} \longrightarrow 2NaCl_{(aq)} + BaSO_{4(s)}$	محلول الملح + محلول أسيتات الرصاص II يتكون راسب أبيض ... علام ؟ لتكون كبريتات الرصاص II $Na_2SO_{4(aq)} + (CH_3COO)_2Pb_{(aq)} \longrightarrow 2CH_3COONa_{(aq)} + PbSO_{4(s)}$

(ب) الكشف عن الكاتيونات (الشق القاعدي) في الأملاح البسيطة

يعتبر الكشف عن الشق القاعدي أكثر تعقيداً من الكشف عن الشق الحامضي ... **علام** ؟

وذلك لكثرة عدد الشقوق القاعدية وللتداخل فيما بينها، علاوة على إمكانية وجود الشق الواحد في أكثر من حالة تأكسد مثل كاتيونات الحديد II (Fe^{2+}) ، وكاتيونات الحديد III (Fe^{3+})

الأساس العلمي للكشف عن الشق القاعدي للمح :

- ① تقسم الشقوق القاعدية إلى ست مجموعات تسمى المجموعات التحليلية.
- ② لكل مجموعة من الشقوق القاعدية كاشف معين يسمى بكاشف المجموعة.
- ③ يعتمد هذا التقسيم على اختلاف ذوبان أملاح هذه الكاتيونات (الفلزات) في الماء.

وسوف نتناول أمثلة من بعض هذه المجموعات التحليلية الست.

أولاً المجموعة التحليلية الأولى ($\text{Ag}^+ - \text{Hg}^+ - \text{Pb}^{2+}$) :

الأساس العلمي للكشف عن المجموعة التحليلية الأولى :

ترسب فلزات المجموعة التحليلية الأولى على هيئة كلوريدات ... **علل** ؟

لأنه بإضافة كاشف المجموعة (حمض الهيدروكلوريك المخفف) يتكون كلوريدات فلزات المجموعة التحليلية الأولى وهي شحيحة الذوبان في الماء مثل كلوريدات الفضة (I) والزنابق (I) والرصاص (II)

ثانياً المجموعة التحليلية الثانية (Cu^{2+}) :

الأساس العلمي لهذا الكشف :

ترسب كاتيونات المجموعة التحليلية الثانية على هيئة كبريتيدات في الوسط الحامضي ويتم ذلك بإذابة الملح في الماء وإضافة حمض هيدروكلوريك مخفف ثم يمرر فيه غاز كبريتيد الهيدروجين ... **علل** ؟
ليصير المحلول حامضياً وبالتالي يمكنها ترسيب كاتيونات المجموعة التحليلية الثانية على هيئة كبريتيدات.

الكشف عن أيون النحاس (II) :

محلول ملح النحاس (II) + كاشف المجموعة ($\text{HCl} + \text{H}_2\text{S}$) يتكون راسب أسود من كبريتيد النحاس (II) يذوب في حمض النيتريك الساخن.



ثالثاً المجموعة التحليلية الثالثة ($\text{Al}^{3+} - \text{Fe}^{2+} - \text{Fe}^{3+}$) :

الأساس العلمي في الكشف :

ترسب كاتيونات هذه المجموعة على هيئة هيدروكسيدات بإضافة هيدروكسيد الأمونيوم وذلك عندما لا تكون مختلطة بكاتيونات أخرى.

التجربة الأساسية : محلول الملح + كاشف المجموعة (هيدروكسيد الأمونيوم NH_4OH)

الكاتيون	تفاعله مع كاشف المجموعة	تجارب تأكيدية
الألومنيوم Al^{3+}	يتكون راسب أبيض جيلاتيني ... علل ؟ لتكون هيدروكسيد الألومنيوم يذوب في الأحماض المخففة وفي محلول الصودا الكاوية. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_{3(aq)} + 6\text{NH}_4\text{OH}_{(aq)} \longrightarrow 3(\text{NH}_4)_2\text{SO}_{4(aq)} + 2\text{Al}(\text{OH})_{3(s)}$	محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم ← يتكون راسب أبيض جيلاتيني من هيدروكسيد الألومنيوم يذوب في وفرة من هيدروكسيد الصوديوم ... علل ؟ لتكون ميتا ألومينات الصوديوم الذائبة في الماء. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_{3(aq)} + 6\text{NaOH}_{(aq)} \longrightarrow 3\text{Na}_2\text{SO}_{4(aq)} + 2\text{Al}(\text{OH})_{3(s)}$ $\text{Al}(\text{OH})_{3(s)} + \text{NaOH}_{(aq)} \longrightarrow \text{NaAlO}_{2(aq)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)}$

<p>يتكون راسب أبيض يتحول إلى أبيض مخضر بالتعرض للهواء ويزوب في الأحماض.</p> <p>FeSO_{4(aq)} + 2NH₄OH_(aq) → (NH₄)₂SO_{4(aq)} + Fe(OH)_{2(s)}</p>	<p>الحديد (II) Fe²⁺</p>
<p>محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم ← يتكون راسب أبيض مخضر ... علاه ؟ لتكون هيدروكسيد الحديد (II)</p> <p>FeSO_{4(aq)} + 2NaOH_(aq) → Na₂SO_{4(aq)} + Fe(OH)_{2(s)}</p>	
<p>يتكون راسب جيلاتيني لونه بني محمر يذوب في الأحماض.</p> <p>FeCl_{3(aq)} + 3NH₄OH_(aq) → 3NH₄Cl_(aq) + Fe(OH)_{3(s)}</p>	<p>الحديد (III) Fe³⁺</p>
<p>محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم ← يتكون راسب بني محمر ... علاه ؟ لتكون هيدروكسيد الحديد (III)</p> <p>FeCl_{3(aq)} + 3NaOH_(aq) → 3NaCl_(aq) + Fe(OH)_{3(s)}</p>	

رابعاً المجموعة التحليلية الخامسة (Ca²⁺) :



الأساس العلمي في الكشف :

ترسب كاتيونات هذه المجموعة على هيئة كربونات بإضافة محلول كربونات الأمونيوم.

التجربة الأساسية : محلول الملح + كاشف المجموعة (محلول كربونات الأمونيوم)

الكاتيون	تفاعله مع كاشف المجموعة	تجارب تأكيدية
الكالسيوم Ca ²⁺	<p>يتكون راسب أبيض ... علاه ؟ لتكون كربونات الكالسيوم يذوب في حمض HCl المخفف ويزوب أيضاً في الماء المحتوي على CO₂ ... علاه ؟ CaCl_{2(aq)} + (NH₄)₂CO_{3(aq)} → 2NH₄Cl_(aq) + CaCO_{3(s)} CaCO_{3(s)} + H₂O_(l) + CO_{2(g)} → Ca(HCO₃)_{2(aq)}</p>	<p>① محلول الملح + حمض كبريتيك مخفف يتكون راسب أبيض ... علاه ؟ لتكون كبريتات الكالسيوم. CaCl_{2(aq)} + H₂SO_{4(aq)} → 2HCl_(aq) + CaSO_{4(s)} ② <u>الكشف الجاف :</u> كاتيونات الكالسيوم المتطايرة تكسب لهب بنزن لون أحمر طوبي.</p>

تقويم الدرس الأول : التحليل الكيفي «الوصفي»

العلامة  تدل على كتاب المدرسة
العلامة  تدل على دليل التقويم

١ اكتب المصطلح العلمي الدال على العبارات الآتية :

- (١) أحد فروع علم الكيمياء الهامة الذي ساهم بدور كبير في تقدم هذا العلم، كما لعب دوراً كبيراً في تطور المجالات العلمية المختلفة مثل الطب، والزراعة والصناعات الغذائية والبيئية.
- (٢) تحليل كيميائي يهدف إلى التعرف على مكونات المادة سواء كانت نقية (ملحاً بسيطاً) أو مخلوطاً من عدة مواد.
- * سلسلة من التفاعلات المختارة المناسبة تجري للكشف عن نوع المكونات الأساسية لمادة على أساس التغيرات الحادثة في هذه التفاعلات
- * تحليل كيميائي يستخدم في التعرف على مكونات المادة.
- (مصدر أول ١١)
- (٣) تحليل كيميائي يهدف إلى تقدير نسبة كل مكون من المكونات الأساسية للمادة.
- * تحليل كيميائي يستخدم في تقدير تركيز أو كمية كل مكون من مكونات المادة.
- (٤) تحليل يتم فيه الكشف عن العناصر والمجموعات الوظيفية الموجودة بغرض التعرف على المركب.
- (٥) تحليل يتم فيه التعرف على الأيونات التي يتكون منها المركب ، ويشمل الكشف عن الكاتيونات (الشق القاعدي) والأيونات (الشق الحامضي).
- (٦) الحمض الأقل تطايراً والأعلى في درجة الغليان والذي يقوم بطرد الحمض الأعلى تطايراً من محاليله أملاحه.
- (٧) التجربة الأولى التي تستخدم في الكشف عن الشق القاعدي أو الشق الحامضي للملح.
- (٨) تجربة تستخدم للتأكد من صحة التجربة الأساسية في الكشف عن الشق القاعدي أو الحامضي للملح.
- (٩) التجربة التأكيدية المستخدمة للتعرف على أنيون النيترات.
- (١٠) مجموعات الشقوق القاعدية وهي ست مجموعات.
- (١١) مجموعة تحليلية ترسب كاتيوناتها على هيئة كلوريدات.
- (١٢) مجموعة تحليلية ترسب كاتيوناتها على هيئة كبريتيدات في الوسط الحامضي.
- (١٣) مجموعة تحليلية ترسب كاتيوناتها على هيئة هيدروكسيدات.
- * مجموعة تحليلية تستخدم هيدروكسيد الأمونيوم ككاشف للمجموعة.
- (١٤) مجموعة تحليلية ترسب كاتيوناتها على هيئة كربونات.
- * مجموعة تحليلية تستخدم كربونات الأمونيوم ككاشف للمجموعة.
- (١٥) الكشف عن كاتيونات الكالسيوم بواسطة لهب بنزن غير المضيء.

٢ اكتب الاسم الكيميائي أو العلمي للعنصر أو المركب أو المخلوط التالي:

- (١) المحلول المستخدم في التمييز بين أنيونات الكربونات والبيكربونات.
- (٢) المحلول المستخدم في الكشف عن أنيونات الكبريتات والفوسفات.
- (٣) كاشف الشقوق القاعدية.
- (٤) كاشف المجموعة التحليلية الأولى.
- (٥) كاشف المجموعة التحليلية الثانية.
- (٦) كاشف المجموعة التحليلية الثالثة.
- (٧) كاشف التجارب التأكيدية للمجموعة التحليلية الثالثة.
- (٨) كاشف المجموعة التحليلية الخامسة.
- (٩) مركب الحلقة البنية.
- (١٠) مادة تذوب في الماء المحتوي على ثاني أكسيد الكربون.

٣ اختر الإجابة الصحيحة من بين الإجابات المعطاة :

- (١) يعتبر محلول حمض الهيدروكلوريك المخفف كاشفاً لأيون
 أ (الكبريتات) ب (اليوديد) ج (النيتريت) د (البروميد)
 (٢) يتكون راسب أصفر لا يذوب في محلول هيدروكسيد الأمونيوم عند إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول ملح
 أ (اليوديد) ب (البروميد) ج (الكلوريد) د (الفوسفات)
 (٣) كاشف المجموعة التحليلية الأولى هو
 أ (HCl (dil)) ب (HCl (conc)) ج (H₂SO₄ (dil)) د (H₂SO₄ (conc))
 (٤) كاشف المجموعة التحليلية الثانية هو
 أ (H₂S+HCl) ب (H₂S+NH₄Cl) ج (NH₄OH) د (HCl)
 (٥) محلول الملح + محلول كلوريد الباريوم يتكون راسب أبيض لا يذوب في الأحماض
 أ (نترات) ب (فوسفات) ج (كبريتات) د (نيتريت)
 (٦) محلول الملح + محلول أسيتات الرصاص (II) يتكون راسب أبيض
 أ (كبريتات) ب (نترات) ج (فوسفات) د (كبريتيد)
 (٧) محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم يتكون راسب بني محمر
 أ (نحاس (II)) ب (حديد (III)) ج (ألومنيوم) د (حديد (II))
 (٨) الملح الصلب + حمض هيدروكلوريك يتصاعد غاز نفاذ الرائحة وتعلق مادة صفراء
 أ (كبريتيد) ب (كربونات) ج (ثيوكبريتات) د (كبريتيت)
 (٩) عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول ملح الحديد (II) يتكون راسب
 أ (أبيض مصفر) ب (بني محمر) ج (أبيض يتحول إلى الأبيض المخضر) د (أبيض جيلاتيني)
 (١٠) عند إضافة محلول هيدروكسيد الأمونيوم إلى محلول كبريتات الحديد (III) يتكون
 أ (راسب أبيض جيلاتيني) ب (راسب جيلاتيني بني محمر) ج (أبيض مخضر) د (أزرق قاتم)
 (١١) هيدروكسيد الفلز الذي لا يذوب في الماء ولكن يذوب في كل من محلول الصودا الكاوية وحمض الهيدروكلوريك هو هيدروكسيد
 أ (نحاس (II)) ب (حديد (III)) ج (ألومنيوم) د (حديد (II))
 (١٢) عند إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى محلول ثيوكبريتات الصوديوم يتكون معلق أصفر من الكبريت مصحوب بغاز
 أ (SO₂) ب (SO₃) ج (NO) د (NO₂)
 (١٣) عند إضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف إلى ملح ويتصاعد غاز ثاني أكسيد الكبريت ويتكون معلق أصفر ، يكون الملح هو
 أ (كبريتيت) ب (ثيوكبريتات) ج (كبريتيد) د (كربونات)
 (١٤) عند تعريض ورقة النشا المبللة بالماء إلى أبخرة اليود البنفسجية، تتلون باللون
 أ (الأصفر) ب (الأزرق) ج (الأبيض المصفر) د (الأخضر)
 الكشف الجاف بواسطة لهب بزن لكتيونات الكالسيوم تعطي لون
 أ (أصفر ذهبي) ب (أحمر طوبي) ج (بنفسجي فاتح) د (قرمزي)

٤ علل لما يأتي موضحاً إجابتك بالمعادلات الرمزية كلما أمكن :

- (١) ساهم التحليل الكيميائي بدور كبير في تقدم مجال الطب.
- (٢) ساهم التحليل الكيميائي بدور كبير في تقدم مجال الزراعة.
- (٣) ساهم التحليل الكيميائي بدور كبير في تقدم مجال الصناعة.
- (٤) ساهم التحليل الكيميائي بدور كبير في تقدم مجال الخدمة البيئية.
- (٥) اختلاف التحليل الكيفي عن التحليل الكمي.
- (٦) لا بد من إجراء عمليات التحليل الكيفي أولاً قبل التحليل الكمي.
- (٧) اختلاف التحليل الكيفي للمركبات العضوية عن المركبات غير العضوية.
- (٨) لا يتفاعل حمض الكربونيك مع كلوريد الصوديوم.
- (٩) يفضل التسخين الهين عند الكشف عن أنيونات حمض الهيدروكلوريك.
- (١٠) عند الكشف عن أنيونات حمض الكربونيك يمرر غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج على ماء الجير الرائق لفترة قصيرة.

* يزول تعكير ماء الجير الرائق عند إمرار ثاني أكسيد الكربون عليه لفترة طويلة.

- (١١) لا يصلح حمض الهيدروكلوريك المخفف للتمييز بين ملحي كربونات وبيكربونات الصوديوم.
- (١٢) يتكون راسب أبيض على البارد عند إضافة محلول كبريتات الماغنسيوم إلى محلول كربونات الصوديوم ولا يتكون راسب إلا بعد الغليان عند إضافة محلول كبريتات الماغنسيوم إلى محلول بيكربونات الصوديوم.

- (١٣) غاز ثاني أكسيد الكبريت يحول ورقة مبللة بمحلول ثاني كرومات البوتاسيوم المحمضة بـ حمض الكبريتيك المركز من اللون البرتقالي إلى اللون الأخضر.

- (١٤) يتكون راسب أبيض عند إضافة محلول كبريتيت الصوديوم إلى محلول نترات الفضة.
- (١٥) تسود ورقة ترشيح مبللة بمحلول أستيات الرصاص (II) عند تعرضها لغاز كبريتيد الهيدروجين.
- (١٦) يتكون راسب أسود عند إضافة محلول كبريتيد الصوديوم إلى محلول نترات الفضة.
- (١٧) يتكون معلق أصفر عند إضافة حمض الهيدروكلوريك إلى ثيوكبريتات الصوديوم. (أغسطس ٩٨)
- (١٨) يزول اللون البنفسجي لمحلول برمنجات البوتاسيوم المحمضة بـ حمض الكبريتيك عند إضافة محلول نيتريت البوتاسيوم.

- (١٩) لا يتفاعل حمض الهيدروكلوريك مع كبريتات الصوديوم. (الأزهر ٩٨)

- (٢٠) تكون سحب بيضاء كثيفة عند تعرض ساق زجاجية مبللة بمحلول النشادر إلى غاز كلوريد الهيدروجين.
- (٢١) تكون راسب أبيض عند إضافة محلول كلوريد الصوديوم إلى محلول نترات الفضة.
- (٢٢) انفصال أبخرة برتقالية حمراء عند أكسدة غاز بروميد الهيدروجين جزئياً بواسطة حمض الكبريتيك.
- (٢٣) تكون راسب أبيض مصفر عند إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول بروميد الصوديوم.
- (٢٤) تتصاعد أبخرة بنفسجية عند تفاعل حمض الكبريتيك المركز مع يوديد البوتاسيوم والتسخين.
- (٢٥) تكون راسب أصفر عند إضافة محلول يوديد الصوديوم إلى محلول نترات الفضة.
- (٢٦) تتصاعد أبخرة بنية عند إضافة محلول نترات الصوديوم إلى حمض الكبريتيك المركز الساخن.
- (٢٧) تزداد أبخرة ثاني أكسيد النيتروجين البنية الناتجة من تسخين حمض الكبريتيك المركز مع محلول النترات إذا أضيف إلى التفاعل خراطة من النحاس. (الأزهر ٨٦)

- (٢٨) عند تفاعل محلول ملح النترات مع كبريتات الحديد II حديثة التحضير المحمضة بـ حمض الكبريتيك المركز يتكون حلقة بنية عند السطح الفاصل بين الحمض ومحاليل التفاعل.

- (٢٩) تزول الحلقة البنية بالرج أو التسخين.
- (٣٠) استخدام محلول كلوريد الباريوم في الكشف عن أنيونات الكبريتات والفوسفات.
- (٣١) لا يستخدم حمض الهيدروكلوريك المخفف أو حمض الكبريتيك المركز في الكشف عن أنيونات الكبريتات والفوسفات.

- (٣٢) تكون راسب أبيض يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف عند إضافة محلول كلوريد الباريوم إلى محلول ملح الفوسفات.
- (٣٣) تكون راسب أصفر يذوب في محلول النشادر وحمض النيتريك عند إضافة محلول فوسفات الصوديوم إلى محلول نترات الفضة.
- (٣٤) تكون راسب أبيض لا يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف عند إضافة محلول كلوريد الباريوم إلى محلول ملح الكبريتات.
- (٣٥) تكون راسب أبيض عند إضافة محلول أسيتات الرصاص II إلى محلول كبريتات الصوديوم.
- (٣٦) يعتبر الكشف عن الشق القاعدي أشد تعقيداً من الكشف عن الشق الحامضي للأملاح. (الأزهر ٩٨)
- (٣٧) ترسب فلزات المجموعة التحليلية الأولى على هيئة كلوريدات.
- (٣٨) يتم الكشف عن كاتيونات المجموعة التحليلية الثانية بإضافة حمض الهيدروكلوريك المخفف ثم إمرار غاز كبريتيد الهيدروجين.
- (٣٩) تكون راسب أبيض جيلاتيني عند إضافة هيدروكسيد الأمونيوم إلى محلول ملح الألومنيوم.
- (٤٠) يظهر راسب أبيض جيلاتيني ثم يختفي عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم بالتدريج لمحلول كلوريد الألومنيوم.
- (٤١) تكون راسب أبيض يتحول إلى أبيض مخضر في الهواء عند إضافة محلول هيدروكسيد الأمونيوم إلى محلول ملح الحديد II
- * تكون راسب أبيض مخضر عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول ملح الحديد II
- (٤٢) تكون راسب جيلاتيني بني محمر عند إضافة محلول هيدروكسيد الأمونيوم إلى محلول ملح الحديد III
- * تكون راسب جيلاتيني بني محمر عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول ملح الحديد III
- (٤٣) تكون راسب أبيض عند إضافة محلول كربونات الأمونيوم إلى محلول ملح الكالسيوم.
- (٤٤) يذوب كربونات الكالسيوم في الماء المحتوي على CO_2
- (٤٥) تكون راسب أبيض عند إضافة حمض الكبريتيك المخفف إلى محلول كلوريد الكالسيوم.
- (٤٦) استخدام لهب بنزن غير المضيء في الكشف الجاف على كاتيون الكالسيوم.

٥ اذكر اسم وصيغة الشق الحامضي الذي يُعطى النتائج التالية عند

الكتشف عنه :

- (١) الملح الصلب + حمض هيدروكلوريك مخفف ← يتصاعد غاز يُعكر ماء الجير الرائق لفترة قصيرة.
- (٢) محلول الملح + محلول كبريتات الماغنسيوم ← يتكون راسب أبيض بعد التسخين.
- (٣) محلول الملح + محلول كبريتات الماغنسيوم ← يتكون راسب أبيض على البارد يذوب في حمض الهيدروكلوريك.
- (٤) الملح الصلب + حمض هيدروكلوريك مخفف ← يتصاعد غاز نفاذ الرائحة يُخضر ورقة مبللة بثاني كرومات البوتاسيوم المُحمضة بـ حمض الكبريتيك المركز.
- * محلول الملح + محلول نترات الفضة ← يتكون راسب أبيض يسود بالتسخين.
- (٥) الملح الصلب + حمض هيدروكلوريك مخفف ← يتصاعد غاز كريه الرائحة يسود ورقة مبللة بأسيتات الرصاص.
- * محلول الملح + محلول نترات الفضة ← يتكون راسب أسود.
- (٦) الملح الصلب + حمض هيدروكلوريك مخفف ← يتصاعد غاز نفاذ الرائحة يُخضر ورقة مبللة بثاني كرومات البوتاسيوم المُحمضة وتتكون مادة صفراء مُعلقة.
- * محلول الملح + محلول اليود ← يزول لون اليود البني
- (٧) الملح الصلب + حمض هيدروكلوريك مخفف ← يتصاعد غاز عديم اللون يتحول عند فوهة الأنبوبة إلى أبخرة بنية حمراء.
- * محلول الملح + محلول برمنجنات البوتاسيوم المُحمضة بـ حمض الكبريتيك ← يزول اللون البنفسجي للبرمنجنات

- (٨) الملح الصلب + حمض كبريتيك مركز \rightarrow يتصاعد غاز عديم اللون يكون سحباً بيضاء مع ساق زجاجية مبللة بمحلول النشادر.
- * محلول الملح + محلول نترات الفضة \rightarrow يتكون راسب أبيض يصير بنفسجياً عند تعرضه للضوء ويزوب في محلول النشادر المركز.
- (٩) الملح الصلب + حمض كبريتيك مركز \rightarrow يتصاعد غاز عديم اللون يتأكسد جزئياً بفعل حمض الكبريتيك وتتفصل أبخرة برتقالية حمراء تسبب إصفرار ورقة مبللة بالنشادر.
- * محلول الملح + محلول نترات الفضة \rightarrow يتكون راسب أبيض مصفر يصير داكناً عند تعرضه للضوء ويزوب ببطء في محلول النشادر المركز.
- (١٠) الملح الصلب + حمض كبريتيك مركز \rightarrow يتصاعد غاز عديم اللون يتأكسد جزئياً بفعل حمض الكبريتيك وتتفصل أبخرة تظهر بلونها البنفسجي عند التسخين وتسبب زرقعة ورقة مبللة بمحلول النشادر.
- * محلول الملح + محلول نترات الفضة \rightarrow يتكون راسب أصفر لا يذوب في محلول النشادر.
- (١١) الملح الصلب + حمض كبريتيك مركز \rightarrow تتصاعد أبخرة بنية وتزداد كثافة الأبخرة عند إضافة قليل من خراطة النحاس.
- * محلول الملح + محلول حديث التحضير من كبريتات الحديد II + قطرات من حمض الكبريتيك المركز تضاف بحرص على السطح الداخلي لأنبوبة الاختبار \rightarrow يتكون حلقة بنية عند السطح الفاصل بين الحمض ومحاليل التفاعل تزول بالرج أو التسخين.
- (١٢) محلول الملح + محلول كلوريد الباريوم \rightarrow يتكون راسب أبيض يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف.
- * محلول الملح + محلول نترات الفضة \rightarrow يتكون راسب أصفر يذوب في كل من محلول النشادر وحمض النيتريك.
- (١٣) محلول الملح + محلول كلوريد الباريوم \rightarrow يتكون راسب أبيض لا يذوب في حمض الهيدروكلوريك المخفف.
- * محلول الملح + محلول أسيتات الرصاص II \rightarrow يتكون راسب أبيض.

٦ اذكر اسم وصيغة الشق القاعدي الذي أعطى النتائج التالية عند الكتل:

- (١) محلول الملح + $(HCl + H_2S)$ \rightarrow يتكون راسب أسود يذوب في حمض النيتريك الساخن.
- (٢) محلول الملح + محلول هيدروكسيد الأمونيوم \rightarrow يتكون راسب أبيض جيلاتيني يذوب في الأحماض المخففة وفي محلول الصودا الكاوية.
- * محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم \rightarrow يتكون راسب أبيض يذوب في وفرة من هيدروكسيد الصوديوم.
- (٣) محلول الملح + محلول هيدروكسيد الأمونيوم \rightarrow يتكون راسب أبيض يتحول إلى أبيض مخضر بالتعرض للهواء ويزوب في الأحماض.
- * محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم \rightarrow يتكون راسب أبيض مخضر.
- (٤) محلول الملح + محلول هيدروكسيد الأمونيوم \rightarrow يتكون راسب جيلاتيني لونه بني محمر يذوب في الأحماض.
- * محلول الملح + محلول هيدروكسيد الصوديوم \rightarrow يتكون راسب بني محمر.
- (٥) محلول الملح + محلول كربونات الأمونيوم \rightarrow يتكون راسب أبيض يذوب في حمض HCl المخفف ويزوب أيضاً في الماء المحتوي على CO_2 .
- * محلول الملح + حمض كبريتيك مخفف \rightarrow يتكون راسب أبيض.
- * الكشف الجاف للملح الصلب \rightarrow تكسب لهب بنزن لون أحمر طوبي.

٧ اذكر استخدام واحد لكل من الكواشف التالية مع توضيح إجابتك

بالمعادلات الرمزية :

- (١) هيدروكسيد الأمونيوم NH_4OH
- (٢) كلوريد الباريوم BaCl_2
- (٣) نترات الفضة AgNO_3
- (٤) برمنجنات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$
- (٥) حمض الهيدروكلوريك المخفف HCl (dil)
- (٦) حمض الكبريتيك المركز $\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (conc)}$
- (٧) كبريتات الماغنسيوم MgSO_4
- (٨) محلول اليود $\text{I}_{2(\text{aq})}$
- (٩) كبريتات الحديد II حديثة التحضير المحمضة بحمض الكبريتيك المركز. $\text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$
- (١٠) أسيتات الرصاص II $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Pb}$
- (١١) حمض الكبريتيك المخفف $\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (dil)}$

٨ وضح بالمعادلات الرمزية المتزنة كيف تميز عملياً بين كل زوج من

الأملاح الآتية :

- (١) كبريتيت الصوديوم – كبريتات الصوديوم
 - (٢) كلوريد حديد (II) – كلوريد الحديد (III)
 - (٣) نيتريت الصوديوم – نترات الصوديوم (باستخدام حمض الهيدروكلوريك)
 - (٤) كلوريد الصوديوم – كلوريد الألومنيوم
 - (٥) كبريتات الصوديوم – فوسفات الصوديوم
 - (٦) بروميد الصوديوم – كلوريد الصوديوم
 - (٧) كبريتيد الصوديوم – كلوريد الصوديوم
 - (٨) كبريتات صوديوم – يوديد صوديوم
 - (٩) حمض الهيدروكلوريك – حمض الكبريتيك
 - (١٠) كلوريد البوتاسيوم – يوديد البوتاسيوم (باستخدام نترات الفضة)
 - (١١) ثيوكبريتات الصوديوم – فوسفات الصوديوم
 - (١٢) نيتريت الصوديوم – كبريتيت الصوديوم
 - (١٣) كبريتات الألومنيوم – كبريتات الحديد (III)
 - (١٤) بروميد البوتاسيوم – يوديد البوتاسيوم (باستخدام نترات الفضة)
 - (١٥) كربونات الصوديوم – بيكربونات الصوديوم
 - (١٦) هيدروكسيد الأمونيوم – هيدروكسيد الصوديوم
- (مصدر أول ٩٨)
(مصدر ٩٢)
(مصدر ٩٤)
(مصدر أول ١٠٠)
(مصدر أول ٩٨)
(مصدر ٩٢)
(مصدر ٩٢)
(مصدر ٩٥)
(مصدر ٩١)
(الأزهر ٩٨)

٩  **تخير من القسم (١) المناسب لكل تنق من القسم (ب) :**
عند إضافة محلول نيترات الفضة إلي محاليل بعض الأنيونات يتكون راسب :

(ب)	(١)
(.....) الفوسفات	(١) أسود لا يذوب في حمض النيتريك.
(.....) البروميد	(٢) أبيض لا يذوب في حمض النيتريك المخفف
(.....) الكلوريد	(٣) أبيض مصفر لا يذوب في حمض النيتريك المخفف
(.....) الكبريتيد	(٤) أصفر يذوب في حمض النيتريك المخفف
	(٥) أصفر لا يذوب في حمض النيتريك المخفف

١٠  **عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلي محاليل ثلاث أملاح من الكلوريدات يتكون في :**

الأول : راسب أبيض جيلاتيني.
 الثاني : راسب بني محمر .
 الثالث : راسب أبيض مخضر.
 ثم أذكر الشق القاعدي للأملاح الثلاث واكتب معادلات التفاعل.

١١  **أضيف حمض الهيدروكلوريك المخفف إلي ثلاث أملاح فأمكن ملاحظة الظواهر الآتية علماً بأن الأملاح الثلاث أملاح لفلز الصوديوم**

الأول : تصاعد غاز نفاذ الرائحة يسبب إضرار ورقة ترشيح مبللة بمحلول ثاني كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المركز.
 الثاني : تصاعد غاز عديم اللون يتحول قرب فوهة الأنبوبة إلي غاز بني محمر.
 الثالث : تصاعد غاز عديم اللون نفاذ الرائحة وتعلق مادة صفراء.
 أذكر الشق الحمضي للأملاح الثلاث واكتب معادلات التفاعل.

تراكم معرفي لفهم التحليل الكمي

المول : هو كمية المادة التي تحتوي على عدد أفوجادرو من الجسيمات (جزيئات أو ذرات أو أيونات أو وحدات الصيغة أو إلكترونات)

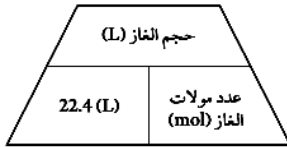
مثال : في التفاعل التالي : $Al^{3+} + 3e^{-} \longrightarrow Al$

يلزم 3 مول من الإلكترونات لإختزال 1 مول من أيونات Al^{3+} لتكوين 1 مول من ذرات Al

الكتلة المولية (g) : مجموع الكتل الذرية للعناصر الداخلة في تركيب الجزيء أو وحدة الصيغة مقدرة بوحدة الجرام.

$$1 \quad \text{عدد المولات (mol)} = \frac{\text{كتلة المادة (g)}}{\text{كتلة المول (g/mol)}}$$

$$2 \quad \text{عدد المولات (mol)} = \frac{\text{عدد الذرات أو الجزيئات أو الأيونات أو وحدة الصيغة}}{6.02 \times 10^{23}}$$



$$3 \quad \text{عدد المولات (mol)} = \frac{\text{حجم الغاز (L)}}{22.4 \text{ (L/mol) (at STP)}}$$

1 مول من أي غاز (at STP) يشغل 22.4 لتر ويحتوي على 6.02×10^{23} جزيء

مثال (1)

[S=32 , O=16]

احسب عدد جزيئات 6.4 جرام من ثاني أكسيد الكبريت (SO_2)

$$1 \text{ mol } (SO_2) = 32 + (2 \times 16) = 64 \text{ g} \longrightarrow 6.02 \times 10^{23} \text{ جزيء}$$

$$6.4 \text{ g} \longrightarrow \chi \text{ جزيء}$$

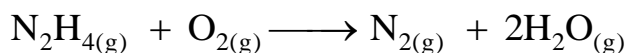
$$\therefore \chi = \frac{6.4 \times 6.02 \times 10^{23}}{64} = 6.02 \times 10^{22} \text{ جزيء}$$

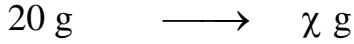
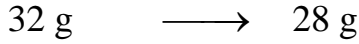
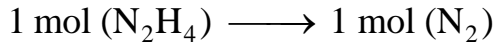
الإجابة

مثال (2)

احسب كتلة النيتروجين الناتجة من أكسدة 20 g من الهيدرازين من خلال التفاعل التالي :

[H=1 , O=16 , N=14]



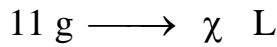
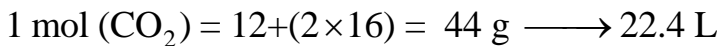


$$\therefore \chi = \frac{20 \times 28}{32} = 17.5 \text{ g}$$

الإجابة

مثال (3)

[C=12 , O=16]

احسب حجم 11 g من غاز (CO₂) في (STP)

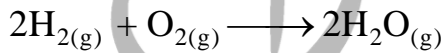
$$\therefore \chi = \frac{11 \times 22.4}{44} = 5.6 \text{ L}$$

الإجابة

مثال (4)

احسب حجم الأكسجين اللازم لإنتاج 90 g من الماء عند تفاعله مع وفرة من الهيدروجين في (STP)

[H=1 , O=16]



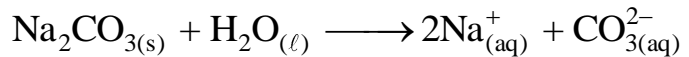
$$\therefore \chi = \frac{90 \times 22.4}{36} = 56 \text{ L}$$

الإجابة

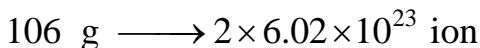
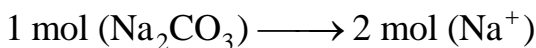
مثال (5)

احسب عدد أيونات الصوديوم الناتجة من تأين 10.6 g كربونات الصوديوم تماماً طبقاً للمعادلة التالية :

[H=1 , O=16]



الإجابة



$$\begin{aligned} \therefore \chi &= \frac{10.6 \times 2 \times 6.02 \times 10^{23}}{106} \\ &= 1.204 \times 10^{23} \text{ ion} \end{aligned}$$

$$4 \quad \text{كثافة الغاز (g/L)} = \frac{\text{الكتلة المولية (g/mol)}}{\text{حجم المول الواحد (22.4 L/mol)}} \quad (\text{at STP})$$

مثال (6)

احسب الكتلة الجزيئية لغاز كثافته 1.5 g/L (at STP)

الإجابة

$$\text{الكتلة الجزيئية} = \text{كثافة الغاز} \times 22.4 = 1.5 \times 22.4 = 33.6 \text{ g/mol}$$

مثال (7)

احسب كثافة غاز الأكسجين (O_2) وكثافة غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) تحت الظروف القياسية (at STP)
[C=12 , O=16]

الإجابة

$$\therefore \text{الكتلة الجزيئية لغاز الأكسجين } (O_2) = 2 \times 16 = 32 \text{ g}$$

$$\therefore \text{كثافة غاز الأكسجين } (O_2) = \frac{32}{22.4} = 1.43 \text{ g/L}$$

$$\therefore \text{الكتلة الجزيئية لغاز ثاني أكسيد الكربون } (CO_2) = (2 \times 16) + 12 = 44 \text{ g}$$

$$\therefore \text{كثافة غاز ثاني أكسيد الكربون } (CO_2) = \frac{44}{22.4} = 1.96 \text{ g/L}$$

$$5 \quad \text{التركيز المولاري (M)} = \frac{\text{عدد المولات (mol)}}{\text{حجم المحلول (L)}}$$

مثال (8)

احسب التركيز المولاري لمحلول سكر القصب $C_{12}H_{22}O_{11}$ في الماء إذا علمت أن كتلة السكر المذابة 85.5 g في محلول حجمه 0.5 L
[C=12 , H=1 , O=16]

الإجابة

$$342 \text{ g} = (12 \times 12) + (22 \times 1) + (16 \times 11) = C_{12}H_{22}O_{11} \text{ القصب لسكر}$$

$$\text{عدد مولات السكر} = \frac{\text{كتلة المادة بالجرام}}{\text{الكتلة المولية}} = \frac{85.5}{342} = 0.25 \text{ mol}$$

$$\text{المولارية (M)} = \frac{0.25 \text{ mol}}{0.5 \text{ L}} = 0.5 \text{ mol / L}$$

6 النسبة المئوية الكتلية لعنصر في مركب (g/g%) = $100 \times \frac{\text{كتلة العنصر في مول من المركب}}{\text{الكتلة المولية للمركب}}$

مثال (9)

احسب النسبة المئوية لكل عنصر في مركب نترات الأمونيوم (NH_4NO_3)
[H=1 , O=16 , N=14]

الإجابة

الكتلة المولية (الجزئية) لـ NH_4NO_3 = $(4 \times \text{H}) + (2 \times \text{N}) + (3 \times \text{O})$
 $80 \text{ g} = (4 \times 1) + (2 \times 14) + (3 \times 16) =$
 النسبة المئوية للنيتروجين = $100 \times \frac{\text{الكتلة المولية للنيتروجين (28)}}{\text{الكتلة المولية لنترات الأمونيوم (80)}}$ = 35 %
 النسبة المئوية للأكسجين = $100 \times \frac{\text{الكتلة المولية للأكسجين (48)}}{\text{الكتلة المولية لنترات الأمونيوم (80)}}$ = 60 %
 النسبة المئوية للهيدروجين = $100 \times \frac{\text{الكتلة المولية للهيدروجين (4)}}{\text{الكتلة المولية لنترات الأمونيوم (80)}}$ = 5 %

7 النسبة المئوية الكتلية لمركب في عينة غير نقية = $100 \times \frac{\text{كتلة المركب في العينة}}{\text{كتلة العينة غير النقية}}$

مثال (10)

إذا كانت كتلة عينة من كلوريد الكالسيوم المتهدرت $\text{CaCl}_2 \cdot \text{XH}_2\text{O}$ هي 1.47 g وسخنت تسخيناً شديداً إلى أن ثبتت كتلتها فوجدت 1.11 g ، احسب النسبة المئوية لماء التبلر من الكلوريد المتهدرت.

الإجابة

∴ كتلة ماء التبلر = $1.11 - 1.47 = 0.36 \text{ g}$
 ∴ النسبة المئوية لماء التبلر = $100 \times \frac{0.36}{1.47} = 24.49\%$

8 النسبة المئوية للناتج الفعلي بالنسبة للناتج النظري = $100 \times \frac{\text{كتلة المركب في العينة}}{\text{كتلة العينة غير النقية}}$

Quantitative analysis

ثانياً : التحليل الكمي

Quantitative analysis of volumetric

التحليل الكمي الحجمي

الأساس العلمي :

تعتمد على قياس حجوم المواد المراد تقديرها وذلك بإضافة حجماً معلوماً من المادة المراد تحديد تركيزها إلى محلول من مادة معلومة الحجم والتركيز (المحلول القياسي) حتى يتم التفاعل الكامل بين المادتين.

● المحلول القياسي ●

محلول معلوم الحجم والتركيز يستخدم لتعيين تركيز محلول آخر مجهول التركيز

● المعايرة ●

عملية تعيين تركيز حمض أو (قاعدة) بمعلومية الحجم اللازم منه للتعاادل مع قاعدة أو (حمض) معلوم الحجم والتركيز
أو : إضافة حجوم معلومة من مادة معلومة التركيز إلى محلول مادة أخرى معلومة الحجم ومجهولة التركيز

➔ لاختيار المحلول القياسي يجب معرفة التفاعل المناسب بين محلولي المادتين وهذه التفاعلات قد تكون :

① تفاعلات التعادل : تستخدم في تقدير الأحماض والقلويات (القواعد).

② تفاعلات الأكسدة والاختزال : تستخدم في تقدير المواد المؤكسدة والمختزلة.

③ تفاعلات الترسيب : تستخدم في تقدير المواد التي يمكن أن تعطي نواتج شحيحة الذوبان في الماء.

مثال : إذا كانت المادة المراد تقديرها حامضاً يستخدم في المعايرة محلول قياسي من قلوي أو قاعدة (هيدروكسيد الصوديوم أو كربونات الصوديوم)

وإذا كانت المادة المراد تقديرها ذات خصائص قاعدية يستخدم محلول قياسي معلوم التركيز من الحمض لمعايرتها ... وهكذا.

وللتعرف على نقطة نهاية التفاعل (End Point) تُستخدم أدلة (Indicators) لتحديد نهاية التفاعل حيث يتغير لونها بتغيير وسط التفاعل.

● نقطة التعادل ●

النقطة التي يتم عندها تمام تفاعل التعادل بين الحمض والقاعدة

● الأدلة ●

مواد تستخدم للتعرف على نقطة نهاية التفاعل بتغيير لونها بتغيير وسط التفاعل

➔ الأدلة المستخدمة في تفاعلات التعادل :

الدليل	اللون في الوسط الحامضي	اللون في الوسط المتعادل	اللون في الوسط القاعدي	الوسط المستخدم في قياسه
الميثيل البرتقالي	أحمر	برتقالي	أصفر	قاعدة ضعيفة – حمض قوي
الفينولفثالين	عديم اللون	عديم اللون	أحمر	قاعدة قوية – حمض ضعيف
عباد الشمس	أحمر	أرجواني	أزرق	قاعدة قوية – حمض قوي
أزرق برونيمول	أصفر	أخضر فاتح	أزرق	قاعدة قوية – حمض قوي

تدريب عملي : تقدير محلول من هيدروكسيد الصوديوم مجهول التركيز مع محلول قياسي معلوم

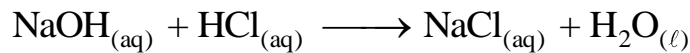
التركيز من حمض الهيدروكلوريك

① ينقل حجم معلوم (25 mL) من هيدروكسيد الصوديوم إلى دورق مخروطي باستخدام ماصة.

② يضاف إليه قطرتين من محلول دليل مناسب مثل (محلول عباد الشمس أو أزرق بروموتيمول)

③ تملأ السحاحة بالمحلول القياسي من حمض الهيدروكلوريك تركيز (0.1 mol/L)

④ يُضاف محلول الحمض بالتدريج إلى محلول القلوي حتى يتغير لون الدليل مشيراً إلى نهاية التفاعل (نقطة التعادل) الذي يمكن تمثيله على النحو التالي :



⑤ إذا افترضنا أن حجم الحمض المضاف من السحاحة (21 mL)

$$\text{فإن عدد المولات من الحمض المضاف} = \frac{21 \times 0.1}{1000} = \frac{M \times V}{1000} = 2.1 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

وهذا يعني أن عدد المولات من هيدروكسيد الصوديوم الموجودة في 25 mL من المحلول $2.1 \times 10^{-3} \text{ mol} =$

$$\text{وعدد المولات الموجودة في اللتر} = \frac{2.1 \times 10^{-3} \times 1000}{25} = 0.084 \text{ mol/L}$$

وبالتالي فإن تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم 0.084 mol/L

أو

$$\text{⑤ ولتبسيط طريقة الحساب تستخدم العلاقة : } \frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{M_b V_b}{n_b}$$

حيث أن :

M_a	تركيز الحمض المستخدم (mol/L)	M_b	تركيز القلوي المستخدم (mol/L)
V_a	حجم الحمض المستخدم في المعايرة (mL)	V_b	حجم القلوي المستخدم في المعايرة (mL)
n_a	عدد مولات الحمض في معادلة التفاعل المتزنة	n_b	عدد مولات القلوي في معادلة التفاعل المتزنة

وفي التفاعل السابق فإن :

هيدروكسيد الصوديوم

حمض الهيدروكلوريك

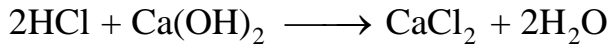
$$\frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{M_b V_b}{n_b}$$

$$\frac{0.1 \times 21}{1} = \frac{M_b \times 25}{1} \Rightarrow \therefore M_b = \frac{21 \times 0.1}{25} = 0.084 \text{ mol/L}$$

مثال (11)

أجريت معايرة (20 mL) من محلول هيدروكسيد الكالسيوم Ca(OH)_2 باستخدام حمض الهيدروكلوريك (0.5 mol/L) وعند تمام التفاعل استهلك (25 mL) من الحمض ، احسب التركيز المولاري لهيدروكسيد الكالسيوم (mol/L)

الإجابة



المعادلة الموزونة للتفاعل هي :

$$\therefore \frac{M_a V_a}{n_a} = \frac{M_b V_b}{n_b} \Rightarrow \frac{0.5 \times 25}{2} = \frac{M_b \times 20}{1}$$

$$\therefore M_b = \frac{25 \times 0.5}{2 \times 20} = 0.3125 \text{ mol/L} \quad \text{تركيز هيدروكسيد الكالسيوم}$$

مثال (12)

احسب كتلة هيدروكسيد الصوديوم المذابة في 10 mL ، تعادلت مع 20 mL من حمض الكبريتيك
[Na=23 , O=16 , H=1] 0.22 mol/L

أجب بنفسك

(0.352 g)

مثال (13)

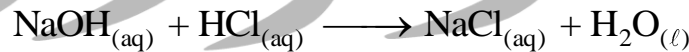
مخلوط من مادة صلبة يحتوي على هيدروكسيد الصوديوم وكلوريد الصوديوم ، لزم لمعايرة (0.1 g) منه حتى تمام التفاعل (10 mL) من حمض الهيدروكلوريك (0.1 mol/L) ، احسب النسبة المئوية لهيدروكسيد الصوديوم في المخلوط
[Na=23 , O=16 , H=1]

الإجابة

∴ عدد المولات = التركيز (mol/L) × الحجم (L)

$$\therefore \text{عدد مولات حمض الهيدروكلوريك المتفاعلة} = \frac{0.1 \times 10}{1000} = 0.001 \text{ mol}$$

يتفاعل هيدروكسيد الصوديوم مع حمض الهيدروكلوريك وفقاً للتفاعل الآتي :



ومن التفاعل السابق نجد أن عدد مولات هيدروكسيد الصوديوم تساوي عدد مولات حمض الهيدروكلوريك وبذلك فإن عدد مولات هيدروكسيد الصوديوم المتفاعلة = 0.001 mol



كتلة هيدروكسيد الصوديوم في المخلوط (x) = 0.001 × 40 = 0.04 g

$$40\% = 100 \times \frac{0.04}{0.1} = \text{نسبة هيدروكسيد الصوديوم في المخلوط}$$

كيف تستخدم قانون معايرة التعادل في حل هذه المسألة ؟

مثال (14)

عينة من مادة صلبة تحتوي خليط من هيدروكسيد الصوديوم وكبريتات الصوديوم ، عویر محلول منه يحتوي على (0.2 g) حتى تمام التفاعل فلزم (12 mL) من حمض الكبريتيك (0.1 mol/L) ، احسب نسبة هيدروكسيد الصوديوم في العينة
(أنظر تاه ١٠) [Na=23 , O=16 , H=1]

أجب بنفسك

(48%)

Quantitative analysis mass

(٢) التحليل الكمي الكتلي

الأساس العلمي :

يعتمد التحليل الكتلي على فصل المكون المراد تقديره، ثم تعيين كتلته وباستخدام الحساب الكيميائي يمكن حساب كميته، ويتم فصل هذا المكون بإحدى طريقتين

(ب) طريقة الترسيب

(أ) طريقة التطاير

Volatilization

طريقة التطاير

الأساس العلمي :

تبنى فكرتها على تطاير العنصر أو المركب المراد تقديره وتجرى عملية التقدير إما بجمع المادة المتطايرة وتعيين كتلتها أو بتعيين مقدار النقص في كتلة المادة الأصلية.

مثال (15)

إذا كانت كتلة عينة من كلوريد الباريوم المتهدرت $\text{BaCl}_2 \cdot \text{XH}_2\text{O}$ هي 2.6903 g وسخنت تسخيناً شديداً إلى أن ثبتت كتلتها فوجدت 2.2923 g ، احسب النسبة المئوية لماء التبخر من الكلوريد المتهدرت ، ثم أوجد الصيغة الجزيئية للملح المتهدرت $[\text{O}=16, \text{H}=1, \text{Cl}=35.5, \text{Ba}=137]$

الإجابة

كتلة كلوريد الباريوم المتهدرت $(\text{BaCl}_2 \cdot \text{XH}_2\text{O}) = 2.6903 \text{ g}$

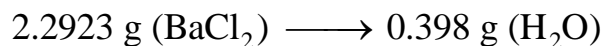
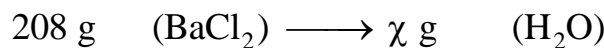
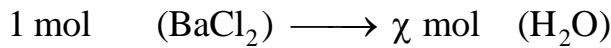
كتلة كلوريد الباريوم $(\text{BaCl}_2) = 2.2923 \text{ g}$

كتلة ماء التبخر $= 2.2923 - 2.6903 = 0.398 \text{ g}$

∴ النسبة المئوية لماء التبخر $= 100 \times \frac{0.398}{2.6903} = 14.79\%$

BaCl_2	H_2O	كتلة المادة
2.2923 g	0.398 g	
$(2 \times 35.5) + 137 = 208 \text{ g}$	$16 + 2 = 18 \text{ g}$	كتلة المول
$\frac{2.2923}{208} = 0.011 \text{ mol}$	$\frac{0.398}{18} = 0.022 \text{ mol}$	عدد المولات
$\frac{0.011}{0.011} = 1$	$\frac{0.022}{0.011} = 2$	نسبة المولات
$\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$		الصيغة الجزيئية

حل آخر



$$36.114 \text{ g} = \frac{0.398 \times 208}{2.2923} = \text{كتلة ماء التبخر}$$

$$18 \text{ g/mol} = (16 \times 1) + (1 \times 2) = \text{الكتلة المولية للماء}$$

$$\therefore \text{عدد مولات جزيئات ماء التبخر} = \frac{36.114}{18} = 2.006 \text{ mol}$$

∴ الصيغة الجزيئية لكلوريد الباريوم المتهدرت هي $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

مثال (16)

إذا كانت كتلة زجاجة فارغة 24.3238 g وكتلتها وبها عينة من كلوريد الباريوم المتهدرت 27.569 g وكتلتها بعد التسخين وثبتت الكتلة 27.0902 g [O=16, H=1, Cl=35.5, Ba=137]
 احسب ما يلي : (١) نسبة ماء التبخر في كلوريد الباريوم المتهدرت
 (٢) عدد جزيئات ماء التبخر في جزيء كلوريد الباريوم المتهدرت
 (٣) الصيغة الكيميائية لكلوريد الباريوم المتهدرت

(14.75% - 2 mol - BaCl₂.2H₂O)

أجب بنفسك

(ب) طريقة الترسيب :

الأساس العلمي : تعتمد هذه الطريقة على :

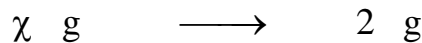
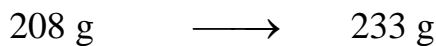
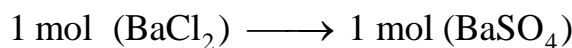
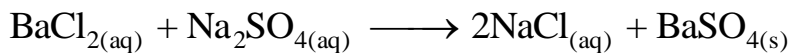
- ① ترسيب العنصر أو المكون المراد تقديره على هيئة مركب نقي غير قابل للذوبان وذو تركيب كيميائي معروف وثابت.
 - ② يفصل هذا المركب عن المحلول بالترشيح على ورقة ترشيح عديمة الرماد نوع من ورق الترشيح يحترق احتراقاً كاملاً ولا يترك رماد
 - ③ تنقل ورقة الترشيح وعليها الراسب في بوتقة احتراق وتحرق تماماً حتى تتطاير مكونات ورقة الترشيح ويبقى الراسب
 - ④ من كتلة الراسب يمكن تحديد كتلة العنصر أو المركب
- مثال : ترسيب الباريوم على صورة كبريتات الباريوم

مثال (17)

أضيف محلول كبريتات الصوديوم إلى محلول من كلوريد الباريوم حتى تمام ترسيب كبريتات الباريوم وتم فصل الراسب بالترشيح والتجفيف فوجد أن كتلته = 2 g ، احسب كتلة كلوريد الباريوم في المحلول [O=16 , S=32 , Cl=35.5 , Ba=137]



الإجابة

يجب كتابة معادلة التفاعل موزونة ثم تحسب الكتل المولية للمواد المطلوب إيجاد العلاقة بينها وهي هنا كلوريد وكبريتات الباريوم



$$\chi = \frac{2 \times 208}{233} = 1.785 \text{ g} \quad (\text{كتلة كلوريد الباريوم})$$

تقويم الدرس الثاني «التحليل الكمي»

العلامة  تدل على كتاب المدرسة
العلامة  تدل على دليل التقويم

١ اكتب المصطلح العلمي الدال على العبارات الآتية :

- (١) عدد الذرات أو الجزيئات أو الأيونات الموجودة في مول واحد من المادة.
- (٢) مجموع كتل الذرات الداخلة في تركيب الجزيء.
- (٣) كمية المادة التي تحتوي على عدد أفوجادرو من الجسيمات (جزيئات أو ذرات أو أيونات أو وحدات الصيغة أو إلكترونات).
- (٤) مجموع الكتل الذرية للعناصر الداخلة في تركيب الجزيء أو وحدة الصيغة مقدره بوحدة الجرام.
* الكتلة الذرية أو الجزيئية مقدره بوحدة الجرام.
- (٥) النسبة بين كتلة المادة بالجرام إلى الكتلة المولية.
* النسبة بين عدد الذرات أو الجزيئات أو الأيونات أو وحدة الصيغة إلى عدد أفوجادرو.
- * النسبة بين حجم الغاز باللتر إلى حجم المول الواحد في (STP)
- (٦) النسبة بين الكتلة المولية إلى حجم المول الواحد في (STP)
- (٧) عدد مولات المادة المذابة في لتر من المحلول.
- (٨) محلول يحتوي اللتر منه على مول واحد من المادة المذابة.
- (٩) النسبة المئوية بين كتلة العنصر في مول من المركب إلى الكتلة المولية للمركب.
- (١٠) النسبة المئوية بين كتلة المركب في العينة إلى كتلة العينة غير النقية.
- (١١) تحليل كيميائي يعتمد على قياس حجوم المواد المراد تقديرها.
- (١٢) محلول معلوم الحجم والتركيز يستخدم لتعيين تركيز محلول آخر مجهول التركيز.
- (١٣) عملية تعيين تركيز حمض أو (قاعدة) بمعلومية الحجم اللازم منه للتعاادل مع قاعدة أو (حمض) معلوم الحجم والتركيز.
- * إضافة حجوم معلومة من مادة معلومة التركيز إلى محلول مادة أخرى معلومة الحجم ومجهولة التركيز.
- (١٤) التفاعلات التي تستخدم في تقدير الأحماض والقلويات (القواعد).
- (١٥) التفاعلات التي تستخدم في تقدير المواد المؤكسدة والمختزلة.
- (١٦) التفاعلات التي تستخدم في تقدير المواد التي تعطي نواتج شحيحة الذوبان في الماء

(السوداء أول ١٤ ، مصر أول ١٤)

- (١٧) النقطة التي يتم عندها تمام تفاعل التعادل بين الحمض والقاعدة.
- (١٨) عملية إضافة حجوم معلومة من مادة معلومة التركيز إلى محلول مادة أخرى مجهولة التركيز
- (١٩) مواد كيميائية تستخدم للتعرف على نقطة نهاية التفاعل بتغيير لونها بتغيير وسط التفاعل.
- (٢٠) الدليل الذي يعطي في الوسط الحمضي لون أصفر وفي الوسط القاعدي لون أزرق (في حدود دراستك)
- (السوداء أول ١٤)

- (٢١) الدليل المناسب لمعايرة قاعدة قوية بحمض قوي.
- (٢٢) الدليل المناسب لمعايرة قاعدة ضعيفة بحمض قوي.
- (٢٣) الدليل المناسب لمعايرة قاعدة قوية بحمض ضعيف.
- (٢٤) تحليل كيميائي يعتمد على فصل المكون المراد تقديره، ثم تعيين كتلته.
- (٢٥) طريقة للتحليل الوزني تعتمد على تطاير العنصر أو المركب المراد تقديره.
- (٢٦) طريقة للتحليل الوزني تعتمد على تقدير العنصر أو المكون على هيئة مركب نقي غير قابل للذوبان وذو تركيب كيميائي معروف وثابت.
- (٢٧) نوع من ورق الترشيح يحترق احتراقاً كاملاً ولا يترك رماد.

٢ علل لما يأتي :

- (١) تساوي عدد جزيئات 2 g من غاز (H_2) مع 32 g من غاز (O_2) [O=16 , H=1]
- (٢) عدد ذرات 2g من الهيدروجين تساوي عدد ذرات 32 g من الأكسجين في (STP)
- (٣) اللتر من غاز الكلور أو الأكسجين يحتوي على نفس عدد الجزيئات في (STP)
- (٤) الحجم الذي يشغله 2 g من غاز (H_2) هو نفس الحجم الذي يشغله 28 g من غاز (N_2)
- (٥) اختلاف عدد ذرات 22.4 L من غاز الأكسجين عن عدد ذرات نفس الحجم من غاز ثاني أكسيد الكربون في (STP) (تجربي ١٤)
- (٦) كثافة غاز (CO_2) أكبر من كثافة غاز (O_2) [C=12 , O=16] (مصدر أول ١١ ، مصدر أول ١٤)
- (٧) غاز الهيدروجين (H_2) أقل الغازات كثافة في (STP) [H=1]
- (٨) لا يستخدم مادة قاعدية للتمييز بين دليل عباد الشمس ودليل أزرق بروموثيمول. (الأزهر أول ٠٩ ، تجربي ١٠ ، السوداء أول ١٤)
- (٩) لا يستخدم مادة حمضية للتمييز بين دليل الميثيل البرتقالي وعباد الشمس.
- (١٠) عدم استخدام دليل الفينولفثالين للكشف عن الوسط الحامضي (مصدر ثا ١٢)
- (١١) عدم استخدام دليل الفينولفثالين للكشف عن الأوساط المتعادلة.
- (١٢) استخدام الأدلة الكيميائية في تفاعلات المعايرة بين الأحماض والقواعد.
- (١٣) استخدام ورق ترشيح عديم الرماد عند إجراء التحليل الكيميائي بطريقة الترسيب. (السوداء أول ١٤)

٣ ما المقصود بكل من :

- (١) كثافة الهيليوم 0.178 g/L
- (٢) محلول حمض الهيدروكلوريك تركيزه ٠,١ مولار [Cl=35.5 , H=1]
- (٣) محلول هيدروكسيد الصوديوم المائي تركيزه ٥%
- (٤) طريقة التطاير في التحليل الكمي.
- (٥) طريقة الترسيب في التحليل الكمي.
- (٦) المعايرة.
- (٧) الأدلة.
- (٨) نقطة التعادل.
- (٩) تفاعلات التعادل.

٤ اكتب العلاقة الرياضية الدالة على كل من :

- (١) عدد مولات المادة وكتلتها بوحدة (g)
- (٢) عدد مولات المادة وعدد الذرات أو الجزيئات أو الأيونات أو وحدة الصيغة.
- (٣) عدد مولات الغاز وحجمه باللتر عند معدل الضغط ودرجة الحرارة القياسي.
- (٤) الكتلة المولية لغاز كثافته (g/L) عند معدل الضغط ودرجة الحرارة.
- (٥) تركيز المحلول (mol/L) وكل من عدد المولات المذاب وحجم المحلول (L)
- (٦) النسبة المئوية الكتلية لعنصر في مركب.
- (٧) النسبة المئوية الكتلية لمركب في عينة غير نقية.
- (٨) النسبة المئوية للناتج الفعلي بالنسبة للناتج النظري.
- (٩) حجم وتركيزات كل من الحمض والقلوي عند تمام تعادلها في عملية المعايرة.
- (١٠) النسبة المئوية لماء التبخر في عينة متهدرة.

(الأزهر أول ٠٩ ، تجربي ١٠ ، مصدر ثا ١١)

٦ أسئلة متنوعة :

- (١) ما دور الأدلة الكيميائية في عملية المعايرة (السودا أول ٠٧ ، هصبر ثا ٠٨ ، السودا أول ١٠)
- (٢) اذكر استخدام واحد : لعدد أفوجادرو (هصبر أول ١٠)
- (٣) وضع خطوات حساب تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم بمعادلته بمحلول قياسي من حمض الهيدروكلوريك (السودا أول ٠٨ ، الأنهر أول ١٢)
- (٤) كيف تميز عملياً بين كل من :
 (أ) محلول عباد الشمس ومحلول الفينولفثالين (هصبر أول ٠٩ ، هصبر أول ١٠)
 (ب) محلول الميثيل البرتقالي ومحلول عباد الشمس
 (ج) محلول عباد الشمس ومحلول أزرق بروموثيمول
 (د) محلول هيدروكسيد الصوديوم ومحلول حمض الهيدروكلوريك (الأنهر أول ١٤)
 (هـ) قارن بين كل من :
 (أ) الأساس العلمي الذي بني عليه التحليل الكمي الوزني بطريقتي (التطير - الترسيب)
 (الأنهر أول ١٤)
 (ب) التحليل الكمي والتحليل الكيفي. (هصبر أول ١٥)

٧ اجب عن المسائل التالية :

مسائل التراكم المعرفي :

- (١) احسب كتلة الأمونيا الناتجة من تسخين 3.7 g من هيدروكسيد الكالسيوم مع كمية كافية من كلوريد الأمونيوم

$$2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{CaCl}_2$$
 (السودا ثا ٠٧)
 [H=1 , N=14 , O=16 , Ca=40]
 (1.7 g)
- (٢) احسب كتلة غاز ثاني أكسيد الكربون المتصاعد من تفاعل 1 g من كربونات الكالسيوم مع وفرة من حمض الهيدروكلوريك

$$2\text{HCl} + \text{CaCO}_3 \longrightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$$
 (السودا أول ٠٩)
 [O=16 , C=12 , Ca=40]
 (0.44 g)
- (٣) احسب كتلة الماء الناتج عن احتراق 1 g من الجلوكوز (C₆H₁₂O₆) ؟

$$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 \xrightarrow{\Delta} 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$$
 [H=1 , O=16 , C=12]
 (0.6 g)
- (٤) احسب العدد الكلي للجزيئات الموجودة في 34 g من غاز النشادر (NH₃) [N=14 , H=1]
 (1.204 × 10²⁴ molecule)
- (٥) احسب عدد جزيئات غاز الأكسجين الناتج من تسخين 21.3 g من كلورات الصوديوم (NaClO₃) إلى كلوريد صوديوم وأكسجين

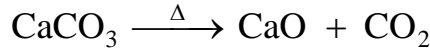
$$2\text{NaClO}_3 \xrightarrow{\Delta} 2\text{NaCl} + 3\text{O}_2$$
 (الأنهر أول ١٤)
 [Na=23 , Cl=35.5 , O=16]
 (1.806 × 10²³ molecule)

(٦) احسب عدد الأيونات الكلية الناتجة عن الذوبان 7.1 g من كبريتات الصوديوم في الماء.

(مصدر ثان ٠٧ ، الأنهر أول ٠٩) $[\text{Na}=23, \text{S}=32, \text{O}=16]$

$(9.03 \times 10^{22} \text{ ion})$

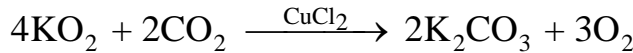
(٧) احسب كتلة أكسيد الكالسيوم الناتج من تحلل 50 g من كربونات الكالسيوم حرارياً ، ثم احسب حجم ثاني أكسيد الكربون المتصاعد.



(مصدر ثان ٠٩) $[\text{Ca}=40, \text{C}=12, \text{O}=16]$

$(28 \text{ g} - 11.2 \text{ L})$

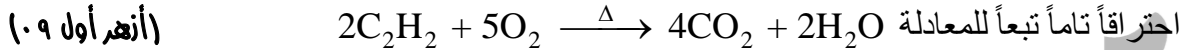
(٨) مركب سوبر أكسيد البوتاسيوم KO_2 يستخدم في تنقية الهواء الجوي من ثاني أكسيد الكربون في الأجواء المغلقة، فإذا استخدم 14.2 g من KO_2 ، احسب حجم الأكسجين المتكون بالتر.



(مصدر أول ٠٩) $[\text{O}=16, \text{K}=39]$

(3.36 L)

(٩) احسب حجم غاز الأكسجين في معدل الضغط ودرجة الحرارة اللازم لحرق 8 L من غاز الأسيتيلين



(20 L)

(١٠) كثافة غازين (أ) ، (ب) عند الظروف القياسية هما 3.17 g/L ، 0.089 g/L على التوالي ، احسب الكتل الجزيئية لكل من الغازين.

$(2 \text{ g/mol} - 71 \text{ g/mol})$

(١١) احسب تركيز المحلول الناتج من إذابة 5.3 g من كربونات الصوديوم في الماء إذا كان حجم المحلول الناتج 500 mL

$[\text{Na}=23, \text{C}=12, \text{O}=16]$

(0.1 mol/L)

(١٢) احسب النسبة المئوية لكتلة الأكسجين في الكحول الميثيلي (CH_3OH)

$[\text{C}=12, \text{O}=16, \text{H}=1]$

(50%)

(١٣) احسب كتلة الحديد الموجودة في طن (1000 kg) من خام الهيماتيت Fe_2O_3 إذا علمت أن نسبة الحديد في الخام 58%

$[\text{Fe}=56, \text{O}=16]$

(580 Kg)

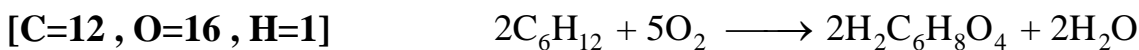
(١٤) يحتوي خام الهيماتيت على 45% من أكسيد الحديد (III) (Fe_2O_3) كم كيلو جرام من الخام يلزم لإنتاج طن واحد من الحديد في الفرن العالي.



(مصدر أول ٠٧) $[\text{Fe}=56, \text{O}=16]$

(3174.6 kg)

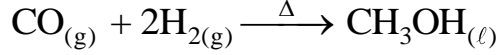
(١٥) يعتبر حمض الأدييك $(\text{H}_2\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_4)$ مادة خام تستخدم في صناعة النايلون ، ويحضر هذا الحمض في الصناعة بأكسدة السيكلو هكسان $(\text{C}_6\text{H}_{12})$ من خلال التفاعل التالي :



$[\text{C}=12, \text{O}=16, \text{H}=1]$

- (٢) في إحدى التفاعلات السابقة استهلك 25 g من السيكلو هكسان تماماً ، احسب كتلة حامض الأديك الناتج نظرياً.
(43.45 g)
(ب) إذا علمت أن الناتج الفعلي من حامض الأديك في التفاعل السابق هو 33.5 g ، ما هي النسبة المئوية للناتج ؟
(77.1 %)

(١٦) ينتج الكحول الميثيلي تحت ضغط عالي من خلال التفاعل التالي :



- فإذا نتج 6.1 g من الكحول الميثيلي من تفاعل 1.2 g من الهيدروجين مع وفرة من أول أكسيد الكربون، احسب النسبة المئوية للناتج الفعلي.
[C=12 , H=1 , O=16]
(64%)

مسائل التحليل الحجمي بطريقة معايرة التعادل :

- (١٧) أجريت معايرة لمحلول هيدروكسيد الصوديوم 25 mL مع حمض الكبريتيك 0.1 mol/L فكان حجم الحمض المستهلك عند نقطة التكافؤ هو 8 mL احسب تركيز محلول هيدروكسيد الصوديوم.

(0.064 mol/L)

- (١٨) أجريت معايرة 20 mL من محلول هيدروكسيد الكالسيوم Ca(OH)_2 باستخدام حمض الهيدروكلوريك 0.05 mol/L وعند تمام التفاعل استهلك 25 mL من الحمض ، احسب تركيز هيدروكسيد الكالسيوم.

(0.03125 mol/L)

- (١٩) احسب حجم حمض الهيدروكلوريك 0.1 mol/L اللازم لمعايرة 20 mL من محلول كربونات الصوديوم 0.5 mol/L حتى تمام التفاعل.

(200 mL)

- (٢٠) احسب حجم حمض الهيدروكلوريك 0.2 mol/L اللازم لمعايرة 20 mL من محلول كربونات الصوديوم 0.4 mol/L حتى تمام التفاعل.

(80 mL)

- (٢١) احسب حجم 4 mol/L من حمض (HCl) بالمليتر اللازم لمعادلة 60 mL من محلول 3.2 mol/L من (NaOH)

(48 mL)

- (٢٢) احسب حجم محلول حمض الكبريتيك 0.4 mol/L اللازم لمعادلة 20 mL من محلول هيدروكسيد الصوديوم 0.2 mol/L حتى نقطة التكافؤ.

(5 mL)

- (٢٣) احسب تركيز 10 mL من حمض الكبريتيك تفاعلت تماماً مع 16 mL من هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 0.2 mol/L

(0.16 mol/L)

- (٢٤) أوجد كتلة هيدروكسيد الصوديوم المذابة في 25 mL والتي تستهلك عند معايرة 15 mL من حمض الهيدروكلوريك 0.1 mol/L [Na=23 , O=16 , H=1]

(0.06 g)

(٢٥) أذيب 4 g من هيدروكسيد الصوديوم في 500 mL من الماء فتعادل 20 mL من هذا المحلول مع 10 mL من محلول حمض الهيدروكلوريك، احسب تركيز الحمض.

(الأزهر ثا ١٣) [Na=23 , O=16 , H=1]

(0.4 mol/L)

(٢٦) أضيف 50 mL من حمض الهيدروكلوريك إلى محلول نترات الفضة فترسب 2.87 g من كلوريد الفضة، احسب حجم محلول هيدروكسيد الصوديوم 0.5 mol/L والذي يتعادل تماماً مع 20 mL من هذا الحمض.

(الأزهر ثا ١٤) [Ag=108 , Cl=35.5 , H=1]

(20 %)

(٢٧) مخلوط من مادة صلبة يحتوي على هيدروكسيد صوديوم وكلوريد صوديوم لزم لمعايرة 0.2 g منه حتى تمام التفاعل 10 mL من 0.1 mol/L من حمض الهيدروكلوريك ، احسب نسبة هيدروكسيد الصوديوم في المخلوط.

(مصر أول ٠٧) [Na=23 , O=16 , H=1]

(20 %)

(٢٨) مخلوط من مادة صلبة يحتوي على هيدروكسيد صوديوم وكلوريد صوديوم لزم لمعايرة 0.1 g منه حتى تمام التفاعل 10 mL من 0.1 mol/L من حمض الهيدروكلوريك ، احسب نسبة هيدروكسيد الصوديوم في المخلوط.

[Na=23 , O=16 , H=1]

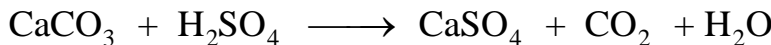
(40 %)

(٢٩) 2 g من خليط من مادة صلبة تحتوي على كربونات الصوديوم وكلوريد الصوديوم تمت معايرتها مع محلول حمض هيدروكلوريك 0.2 mol/L فلزم 100 mL من الحمض لإتمام التفاعل، احسب النسبة المئوية لكلوريد الصوديوم في الخليط.

(الأزهر أول ١٣) [Na=23 , C=12 , O=16 , Cl=35.5 , H=1]

(47 %)

(٣٠) أضيف 10 mL من 0.1 mol/L حمض كبريتيك إلى 0.2 g من عينة غير نقية من كربونات الكالسيوم حتى تمام التفاعل احسب نسبة كربونات الكالسيوم في العينة علماً بأن معادلة التفاعل هي :



(مصر ثا ١٠) [Ca=40 , C=12 , O=16 , S=32 , H=1]

(50 %)

مسائل التحليل الكتلي بطريقة التطاير:

(٣١) يستخدم كلوريد الكالسيوم اللامائي (CaCl₂) كمادة نازعة للماء في المجففات العملية أخذت عينة من كلوريد الكالسيوم المتهدرت (CaCl₂.XH₂O) كتلتها 1.47 g وسخنت تسخيناً شديداً إلى أن ثبتت كتلتها وأصبحت 1.11 g ، احسب عدد مولات جزيئات ماء التبخر في العينة المتهدرتة واستنتج صيغته الجزيئية.

(مصر أول ٠٨) [Ca=40 , Cl=35.5 , H=1 , O=16]

(CaCl₂.2H₂O - 2 mol)

(٣٢) إذا كانت كتلة عينة من كلوريد الباريوم المتهدرت BaCl₂.XH₂O هي 2.6903 g وسخنت تسخيناً شديداً إلى أن ثبتت كتلتها فوجدت 2.2923 g ، احسب النسبة المئوية لماء التبخر من الكلوريد المتهدرت ، ثم أوجد عدد مولات جزيئات ماء التبخر وصيغته الجزيئية.

(السوداء أول ١٤) [O=16 , H=1 , Cl=35.5 , Ba=137]

(CaCl₂.2H₂O - 2 mol)

(٣٣) إذا كانت كتلة عينة من كبريتات النحاس المائية $\text{CuSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ هي 2.495 g وسخنت تسخيناً شديداً إلى أن ثبتت كتلتها فوجدت 1.595 g ، أوجد عدد مولات جزيئات ماء التبخر والصيغة الجزيئية لها $[\text{Cu}=63.5, \text{S}=32, \text{H}=1, \text{O}=16]$ (أنظر ثا ٠٨)

(5 mol - $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)

(٣٤) احسب عدد مولات جزيئات ماء التبخر ، واكتب الصيغة الجزيئية لبلورات كلوريد الحديد (III) من نتائج التجربة الآتية : $[\text{Fe}=56, \text{Cl}=35.5, \text{H}=1, \text{O}=16]$

① كتلة زجاجة الوزن فارغة = 9.375 g

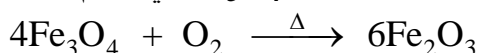
② كتلة الزجاجة + كلوريد الحديد (III) المتهدرت = 10.7275 g

③ كتلة الزجاجة بعد التسخين = 10.1875 g

($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O} - 6 \text{ mol}$)

مسائل التحليل الكلي بطريقة الترسيب :

(٣٥) عند أكسدة 0.5 g من خام المجنثيت Fe_3O_4 ليتحول إلى أكسيد حديد (III) نتج 0.411 g من Fe_2O_3 احسب النسبة المئوية للأكسيد الأسود Fe_3O_4 في الخام. $[\text{Fe}=56, \text{O}=16]$



(79.46 %)

(٣٦) أذيب 2 g من كلوريد الصوديوم غير النقي في الماء وأضيف إليه وفرة من نترات الفضة فترسب 4.628 g من كلوريد الفضة احسب نسبة الكلور في العينة (أنظر أول ١١ ، أنظر أول ١٤)

(57.25%) $[\text{Na}=23, \text{Cl}=35.5, \text{Ag}=108, \text{N}=14, \text{O}=16]$

(٣٧) أذيب 4 g من كلوريد الصوديوم غير النقي في الماء وأضيف إليه وفرة من محلول نترات الفضة فترسب 9.256 g من كلوريد الفضة ، احسب النسبة المئوية لكلوريد الصوديوم في العينة

(أنظر أول ١٠٦) $[\text{Na}=23, \text{Cl}=35.5, \text{Ag}=108, \text{N}=14, \text{O}=16]$

(94.33 %)

(٣٨) هيدركربون كتلته الجزيئية 58 g ويحتوي المول منه على 48 g كربون ، اكتب الصيغة الجزيئية للمركب. $[\text{C}=12, \text{H}=1]$ (أنظر أول ٠٨)

(C_4H_{10})

(٣٩) عينة غير نقية من الرخام CaCO_3 كتلتها 6 g ، أذيب في كمية من حمض HCl وعند إتمام التفاعل كانت كتلة الرخام المتبقية 5 g ، احسب كتلة الحمض المتفاعلة. (أنظر ثا ٠٩)

$[\text{C}=12, \text{O}=16, \text{Ca}=40, \text{H}=1, \text{Cl}=35.5]$

(0.73 g)

(٤٠) أضيف محلول كبريتات الصوديوم إلى محلول من كلوريد الباريوم حتى تمام ترسيب كبريتات الباريوم وتم فصل الراسب بالترشيح والتجفيف فوجد أن كتلته = 2 g ، احسب كتلة كلوريد الباريوم في المحلول

$[\text{O}=16, \text{S}=32, \text{Cl}=35.5, \text{Ba}=137]$

(1.785 g)